

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра: Транспортний зв'язок

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ТЕОРІЯ РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАЦІЇ

Код та назва спеціальності: 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Назва освітньої програми: Телекомунікації та радіотехніка

Рівень освіти: третій (доктор філософії)

Форма здобуття освіти: денна заочна

Семестр: 3,4

Кількість кредитів ЄКТС: 6

Форма підсумкового контролю: залік екзамен

Розробник програми: Трубочанінова К.А., д.т.н., професор кафедри
транспортного зв'язку.

Харків, 2025 рік

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Обов'язкова / **Вибіркова**

Курс: 2 / Семестр: 3,4

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Трубчанінова Карина Артурівна

Контактна інформація:

Моб. тел.: +38 (050) 6374326.

E-mail: karyna.trubchaninova@kart.edu.ua.

Аудиторія: 1.212.

Час консультацій: понеділок з 15.10-16.30.

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us04web.zoom.us/j/7739342235?pwd=318ceA0hNsOGMeh63vHCsgPD>

[QiVa6X.1](#)

Ідентифікатор конференції: 773 934 2235

Код доступу: 1

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Курс дає здобувачам глибоке розуміння математичних методів аналізу, синтезу та оцінки якості надання інформаційних послуг в умовах реальних потоків повідомлень; основи моделювання і опису параметрів систем масового обслуговування; нові науково обґрунтовані методи оцінки характеристик якості обслуговування; сучасні методи моделювання, алгоритм реального процесу обслуговування для оцінки якості обслуговування, а також перевірка на відповідність міжнародним стандартам.

Головним змістом теорії розподілу інформації є дослідження пропускну здатності телекомунікаційних систем та розробка нових науково обґрунтованих методів оцінки характеристик якості обслуговування. В математичних моделях теорії враховано вид вхідного потоку, схему системи та дисципліну обслуговування. Зміст освітньої компоненти охоплює найбільш важливі проблеми теорії розподілу інформації на сучасному науковому рівні, базуючись на теорії ймовірностей та інших розділах математики в обсязі програми ЗВО.

Метою освітньої компоненти є вивчення кількісної сторони процесів обслуговування потоків повідомлень у системах розподілу інформації; вивчення методів оцінювання якості функціонування систем розподілу інформації. Близькими до завдань аналізу та синтезу є завдання оптимізації.

Ці завдання при проектуванні систем розподілу інформації формулюються наступним чином: визначити такі значення структурних параметрів комутаційної системи (алгоритми функціонування), для яких:

1) при заданих потоках, якості та дисципліні обслуговування вартість або обсяг обладнання системи розподілу інформації мінімальні та

2) при заданих потоках, дисципліні обслуговування та вартості якісні показники функціонування системи розподілу інформації оптимальні.

При цьому значна увага приділялася викладу фізичної сутності процесів, що вивчаються, розвитку навичок використання отриманих знань при вирішенні практичних завдань, створенню досить міцної бази для подальшої самостійної роботи в цій галузі. Більшість теоретичного матеріалу закріплюється вирішенням завдань, контрольними питаннями. Для практичного засвоєння навчальних матеріалів ряд тем освітньої компоненти поглиблено вивчається на практичних заняттях.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері телекомунікацій та радіотехніки, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Знання та глибоке розуміння предметної області, розуміння професійної та наукової діяльності, професійної етики та загального культурного кругозору

Фахові (спеціальні) компетентності:

Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем телекомунікацій та радіотехніки, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

Здатність створювати новітні системи телекомунікацій та радіотехніки, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних та мережевих технологій, мікропроцесорних засобів, спеціалізованого програмного забезпечення.

Програмні результати навчання (РН):

Вміння застосовувати ґрунтовні знання основних розділів вищої математики (лінійна та векторна алгебри, диференціальне числення, інтегральне числення, функції багатьох змінних, ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорія ймовірностей та математична статистика) в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами зі спеціальності для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні сучасних світових досягнень з телекомунікацій та радіотехніки;

Вміння застосовувати основні фундаментальні та природничі знання, знання системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні типових задач з телекомунікацій та радіотехніки.

Вміння досліджувати та прогнозувати пропускну здатність і якість; аналізувати класичні моделі систем масового обслуговування, моделювати різні СМО: реальні процеси обслуговування; досліджувати ймовірно-часові характеристики трафіку; використовувати показники ефективності в процесі обслуговування на основі вивчення потоків вимог на обслуговування, що надходять у систему і виходять з неї, тривалості очікування і довжини черг.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:

Теоретичні основи структуризації наукових досліджень.

Методи математичного та комп'ютерного моделювання

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

Дисертаційне дослідження.

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку, визначених резолюцією ООН №70/1 та Указом Президента України №722/2019, як:

Ціль 4. Забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх.

Освітня компонента спрямована на розвиток навичок критичного аналізу, самостійного наукового пошуку та здатності до самоосвіти протягом усього життя.

Ціль 9. Створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям.

Освітня компонента готує здобувачів до розробки та проектування новітніх систем відповідної галузі на основі наукомістких технологій. Вивчення методів моделювання складних систем та аналіз тенденцій сучасної науки стимулюють інноваційну діяльність у стратегічно важливих галузях інженерії.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Лекція 1. Загальні положення теорії розподілу інформації. Моделі систем розподілу інформації, елементи теорії ймовірностей.

Розглядається основні принципи, системи розподілу інформації, системи з втратами, системи з чергами, комбіновані системи (з чергами і втратами). Пріоритетні системи. Пропускна здатність і продуктивність.

Лекція 2. Навантаження та його види. Система масового обслуговування.

Визначення та інтенсивність навантаження. Дисперсія і скупченість навантаження. Основні поняття СМО. Система з втратами М/М/т. Система з необмеженою чергою М/М/т/∞. Система з обмеженою чергою М/М/т/г.

Відносний пріоритет. Абсолютний пріоритет з дообслуговуванням. Модель обслуговування мультисервісного трафіку, апроксимація Хейворда. Функція розподілу станів системи з втратами $HM/D/m$. Імовірність втрат в системі $HM/G/m$. Система з необмеженою чергою $HM/D/m/\infty$.

Лекція 3. Система розподілу інформації – NGN. Імітаційне моделювання СМО.

Побудова мережі NGN, вміст і взаємодією рівнів. Метод статистичних випробувань (метод МонтеКарло), синтез моделюючих алгоритмів.

ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ/ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Перелік тем: Аналіз, синтез і оптимізація СРІ із застосуванням теорії ймовірностей, математичної статистики, комбінаторних й алгебраїчних методів, теорії множин, теорії графів, принципів системного підходу. Розрахунок характеристик якості обслуговування та пропускну здатності СРІ. Визначення та прогнозування інтенсивності обслуженого навантаження, завантаженість системи. Визначення характеристики систем масового обслуговування. Розробка алгоритму розрахунку показників якості функціонування. Дослідження процесів, що відбуваються в телекомунікаційних системах, спостереження за реальними вхідними та вихідними потоками. Аналіз та обробка системних запитів, побудова підмоделі процесів обробки запитів у інформаційній системі. Розробка критеріїв (або показників) ефективності функціонування, для полегшення процесу обслуговування. Вибір обладнання та побудова мереж NGN. Проведення моделювання із застосуванням імітаційно-аналітичних моделей.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачено навчальним планом.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

Опрацювання теоретичного матеріалу.

Підготовка до практичних занять.

Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

III семестр

№	Тема	Лекції, год	Практичн і, год	Самостійн а робота, год	Всього, год
1	Навантаження та його види. Система масового обслуговування.	2	4	11	17
2	Аналіз, синтез і оптимізація СРІ із застосуванням теорії ймовірностей, математичної статистики,	0	4	11	15

	комбінаторних й алгебраїчних методів, теорії множин, теорії графів, принципів системного підходу.				
3	Розрахунок характеристик якості обслуговування та пропускну здатності СРІ.	0	4	11	15
4	Визначення та прогнозування інтенсивності обслуженого навантаження, завантаженість системи. Визначення характеристики систем масового обслуговування.	0	4	11	15
5	Розробка алгоритму розрахунку показників якості функціонування.	0	2	11	13
6	Дослідження процесів, що відбуваються в телекомунікаційних системах, спостереження за реальними вхідними та вихідними потоками.	0	4	11	15
	Всього за семестр	2	22	66	90

IV семестр

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Навантаження та його види. Система масового обслуговування.	2	2	11	15
2	Система розподілу інформації – NGN. Імітаційне моделювання СМО.	2	2	11	15
3	Аналіз та обробка системних запитів, побудова підмоделі процесів обробки запитів у інформаційній системі.	0	4	11	15
4	Розробка критеріїв (або показників) ефективності функціонування, для полегшення процесу обслуговування.	0	4	11	15
5	Вибір обладнання та побудова мереж NGN.	0	4	11	15
6	Проведення моделювання із застосуванням імітаційно-аналітичних моделей.	0	4	11	15
	Всього за семестр	4	20	66	90

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Вид: практичні роботи

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні: лекції, пояснення, бесіди, дискусії.

Наочні: ілюстрація (плакати, рисунки), демонстрація (досліди, фільми).

Практичні: практичні роботи.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Підсумковий контроль (залік у вигляді тестів): до 40 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Поточний контроль на семінарах/практичних/лабораторних заняттях (максимум 60 балів):

- якщо студент відвідує заняття, бере активну участь у дискусіях, самостійно розв'язує завдання - отримує 49-60 балів;
- при частковій участі, відповіді не завжди аргументовані – 35-48 бали;
- якщо присутній на обмеженій кількості занять, відповідає рідко – 6-34 балів;
- за відсутність активності та пропуски – 0-5 балів.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за семестр, становить **100** (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів підсумковий контроль). Сума поточної та підсумкової оцінки складає оцінку за семестр.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно) для іспитів, курсових робіт/проектів або зараховано/незараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

Визначення назви за національною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS Оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків:

«Академічний плагіат» – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості), та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства.

Види академічного плагіату:

- дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат з посиланням на джерело (в окремих випадках некоректним вважають навіть використання одного слова без посилання на джерело, якщо це слово використовують в унікальному значенні, наданому цим джерелом);
- використання інформації (факти, ідеї, формули, числові значення тощо) з джерела без посилання на це джерело;
- перефразування тексту джерела у формі, що є близькою до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з певного джерела без посилання на це джерело;
- подання як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних та магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання.

Правила цитування: «Цитата» – порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого (оприлюдненого на офіційному веб-сайті) твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілішими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні.

Щоб правильно оформити цитату, необхідно дотримуватися таких правил:

- вказувати перевірене джерело. Цитати мають містити відомості про автора та назву його роботи, звідки взята цитата;
- не порушувати зміст цитати;
- відокремлювати цитату від основного тексту;
- використовувати скорочені цитати;
- вказувати сторінки.

Етика використання AI-інструментів: Штучний інтелект на основі навчання вирішує проблеми та самостійно адаптує свою функціональність на основі його початкової конфігурації та навчального набору даних на основі людини – генеративні інструменти AI є прикладами штучного інтелекту на основі навчання

Етика AI: набір цінностей, принципів і методів, які використовують широко прийняті стандарти правильного і неправильного, щоб керувати моральною поведінкою в розробці, розгортанні, використанні та продажу технологій ШІ.

Здобувачі вищої освіти можуть використовувати інструменти на основі штучного інтелекту під час вивчення освітньої компоненти з метою пошуку та узагальнення навчальної інформації, опрацювання теоретичного матеріалу, формування прикладів розв'язання типових задач, а також для перевірки

логічної послідовності власних міркувань. Під час виконання курсової роботи засоби штучного інтелекту допускається застосовувати для консультаційної підтримки, зокрема для уточнення термінології, структурування матеріалу, мовного редагування тексту та оформлення роботи відповідно до встановлених вимог, за умови обов'язкового дотримання принципів академічної доброчесності та самостійності виконання дослідження.

Здобувачі вищої освіти мають усвідомлювати, що надмірне покладання на ШІ може позбавити їх можливості розвинути власні базові навички, необхідні для розв'язання професійних задач та комунікативних здібностей.

Процедура оскарження оцінок: діє Положення про організацію освітнього процесу в Українському державному університеті залізничного транспорту, яким закріплено право здобувачів на оскарження результатів контрольних заходів. Тому якщо здобувачі незадоволені оцінкою або є сумніви щодо об'єктивності викладачів вони можуть звернутися до завідувача кафедри із заявою-апеляцією. Створена апеляційна комісія перевіряє результати підсумкового контролю знань.

Правила поведінки на заняттях: студенти повинні приходити на заняття вчасно, дотримуватися етики спілкування; заохочується участь у дискусіях, виконання практичних завдань, робота в групах.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Що вивчає теорія розподілу інформації?
2. Які основні елементи систем розподілу інформації?
3. Які існують типи систем розподілу інформації?
4. У чому полягає принцип роботи систем із втратами?
5. Які особливості систем із чергами?
6. Що таке комбіновані системи обслуговування?
7. У чому різниця між системами з втратами та з чергами?
8. Що таке пріоритетні системи обслуговування?
9. Які види пріоритетів застосовуються в системах?
10. Що означає пропускна здатність системи?
11. Як визначається продуктивність системи?
12. Які фактори впливають на продуктивність СРІ?
13. Яку роль відіграє теорія ймовірностей у СРІ?
14. Які основні випадкові величини використовуються?
15. Що таке випадковий процес у телекомунікаціях?
16. Що розуміють під навантаженням у СМО?
17. Як визначається інтенсивність навантаження?
18. Що таке дисперсія навантаження?
19. Що характеризує скупченість навантаження?
20. Які існують види навантаження?
21. Що таке система масового обслуговування?

22. Які основні елементи СМО?
23. Які параметри описують СМО?
24. У чому особливість системи $M/M/m$?
25. Що означає система з втратами $M/M/m$?
26. Як працює система $M/M/m/\infty$?
27. Що означає необмежена черга?
28. У чому особливість системи $M/M/m/r$?
29. Що означає обмежена черга?
30. Як впливає довжина черги на якість обслуговування?
31. Що таке відносний пріоритет?
32. Як працює абсолютний пріоритет?
33. Що означає дообслуговування в системі?
34. Які переваги пріоритетних систем?
35. Які недоліки пріоритетного обслуговування?
36. Що таке мультисервісний трафік?
37. Які особливості його моделювання?
38. У чому суть апроксимації Хейворда?
39. Для чого використовується апроксимація Хейворда?
40. Що описує модель $HM/D/m$?
41. Як визначається функція розподілу станів?
42. Що таке ймовірність втрат?
43. Як розраховується ймовірність втрат у $HM/G/m$?
44. У чому особливість системи $HM/D/m/\infty$?
45. Які фактори впливають на втрати в системі?
46. Як зменшити ймовірність втрат?
47. Що таке стаціонарний режим роботи системи?
48. Які характеристики потоків заявок?
49. Що таке пуассонівський потік?
50. Які припущення лежать в основі моделей $M/M/m$?
51. Що таке мережі NGN?
52. Які принципи їх побудови?
53. Які рівні входять до архітектури NGN?
54. Як взаємодіють рівні NGN?
55. Які функції транспортного рівня?
56. Які функції сервісного рівня?
57. Які переваги NGN над традиційними мережами?
58. Які типи послуг підтримує NGN?
59. Які технології використовуються в NGN?
60. Як здійснюється передача даних у NGN?
61. Які вимоги до якості обслуговування в NGN?

62. Як забезпечується масштабованість NGN?
63. Які проблеми виникають при впровадженні NGN?
64. Які перспективи розвитку NGN?
65. Як вибрати обладнання для NGN?
66. Що таке імітаційне моделювання?
67. У яких випадках воно застосовується?
68. Що таке метод Монте-Карло? У чому його основна ідея?
69. Як генеруються випадкові величини?
70. Які етапи імітаційного моделювання?
71. Що таке моделюючий алгоритм?
72. Як здійснюється синтез алгоритмів?
73. Які переваги імітаційного моделювання? Які його обмеження?
74. Як перевірити адекватність моделі?
75. Які параметри аналізуються в моделі?
76. Як проводиться статистичний аналіз результатів?
77. Що таке експеримент у моделюванні?
78. Як інтерпретувати результати моделювання?
79. Які методи використовуються для аналізу СРІ?
80. Як застосовується теорія графів у СРІ?
81. Яка роль математичної статистики?
82. Як використовується теорія множин?
83. Що таке системний підхід?
84. Як визначити якість обслуговування?
85. Які показники QoS використовуються?
86. Як розрахувати пропускну здатність системи?
87. Як визначити завантаженість системи?
88. Що таке інтенсивність обслуженого навантаження?
89. Як прогнозувати навантаження?
90. Як аналізуються вхідні потоки?
91. Як аналізуються вихідні потоки?
92. Що таке обробка системних запитів?
93. Як будується підмодель обробки запитів?
94. Які критерії ефективності системи?
95. Як оцінити ефективність функціонування?
96. Як обрати оптимальну структуру системи?
97. Як проводиться оптимізація СРІ?
98. Які методи застосовуються для підвищення ефективності системи?

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Кравчук С. О. Теорія систем мобільних інфокомунікацій. Системна архітектура: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 683 с.
2. Лошаков В. А., та ін. Системи і технології цифрового телебачення : навч. посіб. Київ : Талком, 2022. 320 с.
3. Ільченко М. Ю., Наритник Т. М., та ін. Планування та електромагнітна сумісність в безпроводових інфокомунікаціях : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 412 с.
4. Системи комутації : конспект лекцій. Київ : ВІТІ, 2022. 180 с.
5. Прокопець В. А. Комплексний метод планування радіомережі стільникового зв'язку: дис. д-ра філософії: 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.

Додаткова література:

1. Mohammad Moltafet, Markus Leinonen, Marian Codreanu. Moment Generating Function of Age of Information in Multi-Source M/G/1/1 Queueing Systems. Cornell University. arXiv, 2022. P. 1-31.
2. Muthukumar S., Bagyam J. E. A., Basarikodi K. Performance Optimization of M/M/1 Queues with Working Vacations and Server Breakdowns in Wireless Communication Systems. JTIT, Vol. 101, No. 3. 2025. P. 79-85.
3. Myronchuk K., Weigang G. Modeling the dynamics of traffic flows based on queueing theory for integration into intelligent transportation systems. Information technologies in economics and environmental sciences. No. 2 (2024), 2024. P. 46-53.
4. Ahmed Mohamed Anwar, Mohamed Shehata, Safa M. Gasser, Hesham El Badawy. Handoff Scheme for 5G Mobile Networks Based on Markovian Queueing Model. Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology 30, Issue 3 (2023), 2023. P. 348-361.
5. Augusto Neto, Eduardo Cerqueira, Marilia Curado, Edmundo Monteiro, Paulo Mendes. Scalable Resource Provisioning for Multi-user Communications in Next Generation Networks. arXiv, 2024. P. 1-21.
6. Kapiton A., Talybov R., Dziuban O., Kanivets B. Analysis of methods for determining the quality of functioning of telecommunication systems. Control, Navigation and Communication Systems. 2023. No. 4. P. 156-159.
7. Flakowski W., Krasicki M., Krenz R. Implementation of a 4G/5G Base Station Using the srsRAN Software and the USRP Software Radio Module. Journal of telecommunications and information technology. 3/2023. P. 30-40.
8. <http://metod.kart.edu.ua/>
9. <http://pidruchniki.com/>
10. <http://stud.com.ua/>

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік обладнання.

Офлайн: Спеціальне обладнання кафедри транспортного зв'язку.

Онлайн: ноутбук ASUS VivoBook з вмонтованою камерою та мікрофоном.

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ розробника: Трубчанінова Карина Артурівна

Моб. тел.: +38 (050) 6374326.

E-mail: karyna.trubchaninova@kart.edu.ua.

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Зміни внесені за результатами пропозицій стекхолдерів після громадського обговорення освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка» на засіданні кафедри транспортного зв'язку протокол № 01 від 01.09.2025р.